

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-130179

(43)Date of publication of application : 21.05.1996

(51)Int.Cl.

H01L 21/027

G03B 27/32

G03F 7/20

G12B 5/00

(21)Application number : 06-268546

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 01.11.1994

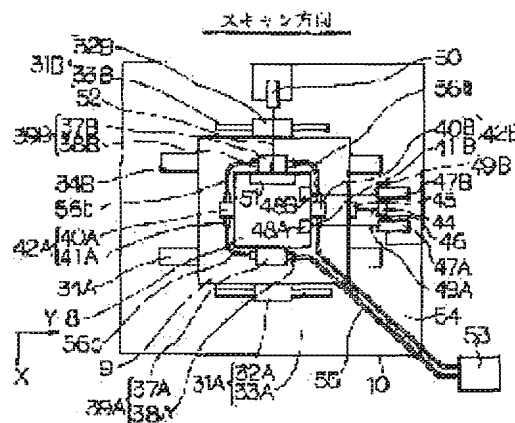
(72)Inventor : HORIKAWA HIROTO

## (54) STAGE DEVICE

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To reduce the weight of the stage device of a scanning-type aligner by which a pattern on a mask is exposed onto a photosensitive substrate through a projecting optical system, suppress the heat generation of the driving device of a stage and improve the surface precision of the stage and the measurement precision of an interferometer for stage position measurement.

**CONSTITUTION:** A reticle stage is composed of a reticle base 10, a scanning stage 9 which is mounted on the reticle base 10 and controls the movement in a scanning direction and a fine movement stage 8 which is mounted on the scanning stage 9 and controls the fine movement in X- and Y-directions and in a rotary direction. Electromagnetic actuators 39A and 39B which drive the fine movement stage 8 in a scanning direction and electromagnetic actuators 42A and 42B which drive the fine movement stage in a non-scanning direction and have smaller thrusts than the electromagnetic actuators 39A and 39B are provided.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

03.10.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3484684

[Date of registration] 24.10.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] By illuminating the mask with which the pattern for an imprint was formed, and scanning a sensitization substrate to the scanning direction corresponding to said predetermined scanning direction synchronizing with scanning this mask to a predetermined scanning direction In the stage equipment for scanning the scan object which is prepared in the scanning aligner which exposes the pattern of said mask on said sensitization substrate serially, and consists of said mask or said sensitization substrate The base and the scan stage arranged free [ migration to said scanning direction ] on this base, The jogging stage where it is arranged respectively free [ migration by predetermined within the limits ], and said scan object is laid in the non-scanning direction which intersects perpendicularly with the scanning direction and this scanning direction of said scan object to this scan stage, The 1st electromagnetic-force mold actuator which drives said jogging stage to said non-scanning direction to said scan stage, Stage equipment characterized by having the 2nd electromagnetic-force mold actuator which drives said jogging stage by the bigger thrust than said 1st electromagnetic-force mold actuator to said scanning direction to said scan stage.

[Claim 2] Said 1st and 2nd electromagnetic-force mold actuators are stage equipment according to claim 1 characterized by establishing a cooling means for the stator which has a coil, respectively to be the electromagnetic-force mold actuator of the MUBINGU magnet method fixed to said scan stage side, and to make circulate through the predetermined coolant and to cool each stator of said 1st and 2nd electromagnetic-force mold actuators.

[Claim 3] It is stage equipment according to claim 2 which has the migration mirror fixed on said jogging stage, and the interferometer which irradiates the light beam for measurement to this migration mirror, and detects the variation rate of said jogging stage to said scan stage, and is characterized by said cooling means circulating said coolant from the part near the optical path which the light beam from said interferometer passes.

[Claim 4] One side of said 1st and 2nd electromagnetic-force mold actuators is stage equipment according to claim 1, 2, or 3 characterized by consisting of one pair of electromagnetic-force mold actuators arranged at juxtaposition.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention is applied to the reticle stage or wafer stage of step [ for manufacturing a semiconductor device etc. especially ] -, and the aligner of - scanning method about the stage equipment mainly used with an aligner, and is suitable.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, in case a semiconductor device or a liquid crystal display component is manufactured using a photolithography technique, the projection aligner exposed on the wafers (or glass plate etc.) with which the pattern formed on reticles (or photo mask etc.) was applied to the photoresist through projection optics is used.

[0003] Since it is in the inclination which one chip patterns, such as a semiconductor device, enlarge in recent years, the projection aligner which exposes the pattern of a bigger area than that on a reticle on a wafer is called for. The projection optics which has the high image formation engine performance all over the large exposure field having un-arranged [ that a manufacturing cost is high ], although it is necessary to enlarge projection optics as it is if it shall respond with the so-called projection aligner of the step-and-repeat method which carries out one-shot exposure of the pattern of the whole surface of a reticle to the demand of expansion of this exposure area.

[0004] Then, after moving each shot field of a wafer to a scan starting position, scanning aligners, such as so-called step - which exposes the pattern of a reticle to each shot field of a wafer, and - scanning method, attract attention by scanning a wafer in the direction which crosses the optical axis of projection optics synchronizing with scanning a reticle in the direction which crosses the optical axis of projection optics, where a reticle is illuminated.

[0005] Drawing 4 shows the outline configuration of the conventional scanning aligner, and the illumination light IL from the optical integrator with which the illustration abbreviation of [ in an illumination-light study system ] was carried out illuminates a field diaphragm 2 through the 1st relay lens 1 in this drawing 4 . The illumination light which passed slit-like opening of this field diaphragm 2 illuminates the lighting field 7 of the shape of a slit on a reticle 6 with a uniform illuminance through the mirror 4 and the lighting condenser lens 5 the 2nd relay lens 3 and for optical-path bending. The arrangement side of the field diaphragm 2 and the pattern formation side of a reticle 6 are the width of face dS of the direction of a shorter side which is conjugation and was formed in the field diaphragm 2. The projection image of rectangle opening serves as the slit-like lighting field 7.

[0006] Image formation projection of the pattern image in the lighting field 7 of a reticle 6 is carried out into the exposure field 18 of the shape of a slit on a wafer 17 through the projection optics 14 of a both-sides tele cent rucksack (or single-sided tele cent rucksack). Here, the Z-axis is taken in parallel with the optical axis of projection optics 14, the X-axis is taken at right angles to the space of drawing 4 in a flat surface perpendicular to the Z-axis, and a Y-axis is taken in parallel with the space of drawing 4 . A direction parallel to a Y-axis is a scanning direction.

[0007] At this time, a reticle 6 is held on the jogging stage 8, and the jogging stage 8 is laid free [ migration in XY flat surface ], and free [ rotation ] on the scan stage 9, and the scan stage 9 is laid so that it may drive with the linear motor which is not illustrated to the reticle base 10 top in the direction (or the direction of -Y) of Y which is a scanning direction. The coordinate of the scanning

direction of the jogging stage 8 measured by the laser interferometer 12 installed in the migration mirror 11 and the exterior which were fixed to the edge on the jogging stage 8, and a non-scanning direction is supplied to the main control system 13. The main control system 13 controls the location of the jogging stage 8, the scan speed of the scan stage 9, etc. based on the supplied coordinate.

[0008] On the other hand, a wafer 17 is laid on the X stage 20 through the wafer electrode holder 19, the X stage 20 is laid free [ a drive in the direction of X ] by the drive motor 27 on the Y stage 21, and the Y stage 21 is laid in the direction of Y free [ a drive ] by the drive motor 25 and the feed screw 26 on the equipment base 22. On the X stage 20, the Z stage which adjusts the location to the Z direction of a wafer 17, the leveling stage which adjusts the tilt angle of a wafer 17 are laid (un-illustrating). Moreover, the two-dimensional coordinate of the X stage 20 measured by the laser interferometer 24 installed in the migration mirror 23 and the exterior which were fixed on the X stage 20 is supplied to the main control system 13, and the main control system 13 controls actuation of a drive motor 25 and 27 grades based on the supplied coordinate.

[0009] If the projection scale factor of projection optics 14 is set to beta at the time of scanning exposure, it is a rate VR for example, to B1 direction about the scan stage 9 by the side of a reticle under control of the main control system 13. Synchronizing with scanning, projection exposure of the pattern image of a reticle 6 is serially carried out on a wafer 17 by scanning the Y stage 21 by the side of a wafer at a rate VW (= beta-VR) in the C1 direction.

[0010] Drawing 5 is the perspective view showing the situation of that synchronous scan, and the shot field 16 of a wafer 17 is scanned in the C1 direction in this drawing 5 to the exposure field 18 which gave the slash synchronizing with scanning the pattern space 15 of a reticle 6 in the B1 direction to the lighting field 7 of the shape of a slit which gave the slash. Thereby, the pattern image in the pattern space 15 of a reticle 6 is serially exposed on the shot field 16.

[0011] Drawing 6 is the top view of the reticle stage in drawing 4, drawing 7 is the side elevation of the reticle stage, and as shown in drawing 6, the scan stage 9 is laid in the direction of Y free [ migration ] along with the linear guides 34A and 34B parallel to the Y-axis on the reticle base 10. Moreover, 1st linear motor 31A consists of stator 33A and needle 32A, and 2nd linear motor 31B consists of stator 33B and needle 32B. And Stators 33A and 33B are fixed to the linear guides 34A and 34B in parallel on the reticle base 10, and Needles 32A and 32B are being fixed to the scan stage 9 along with Stators 33A and 33B. With these two linear motors 31A and 31B, the scan stage 9 drives in the direction of +Y, or the direction of -Y to the reticle base 10.

[0012] Moreover, as shown in drawing 7, the jogging stage 8 can be laid on the scan stage 9, and it can move slightly in the direction of X, and the direction of Y to the scan stage 9 by the non-illustrated drive system, and jogging rotation can be carried out now in the direction of theta on the scan stage 9. By the way, as a drive method of this kind of jogging stage, 3 sets of device systems which change rotation of a servo motor into rectilinear motion were used, and the method which moves in the 3 of the direction of X, the direction of Y, and the direction of theta directions by 3 sets of those device systems on a jogging stage was taken conventionally.

[0013] Moreover, the method using an electromagnetic-force type actuator as a drive system of a two-dimensional stage was proposed, and (for example, refer to JP,2-35709,A) by this method, there is no difference of the thrust by two driving directions, and the cure of deformation by generation of heat was not made heavily [ weight ], either.

[0014]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, it sets on the jogging stage which used the conventional electromagnetic-force type actuator. There is no difference between the configuration by the driving direction of the electromagnetic-force type actuator made to move a jogging stage to a 2-way, a thrust, etc. with a scanning aligner, especially The thrust for migration to a non-scanning direction had become the factor which an electromagnetic-force type actuator with a superfluous thrust is used in spite of not needing like a scanning direction, the weight of a jogging stage is made to increase, and makes generating of heat increase.

[0015] Thus, when the weight of a jogging stage increased, there was un-arranging [ that a resonant frequency fell and a speed of response could not be made high ]. Furthermore, the jogging stage deformed by generation of heat of the coil of an electromagnetic-force type actuator, and there was un-arranging [ to which the precision of the maintenance side of a reticle, the maintenance side of a

reflecting mirror, etc. falls ]. Moreover, generation of heat of a coil had become the factor which degrades the measurement precision of measurement systems, such as an interferometer which performs location detection of a jogging stage. For example, when an interferometer was used, surrounding air heated by generation of heat of a coil, the unevenness of temperature and fluctuation occurred on the optical-path absentminded mind of an interferometer, and there was un-arranging [ which an error produces in measured value ].

[0016] This invention aims at offering the stage equipment suitable for the scanning aligner seldom influenced of the heat which weight of a jogging stage is lightweight-ized and a jogging stage and a measurement system generate in a drive system in view of this point.

[0017]

[Means for Solving the Problem] The stage equipment by this invention illuminates the mask with which the pattern for an imprint was formed. By scanning a sensitization substrate to the scanning direction corresponding to the predetermined scanning direction synchronizing with scanning the mask to a predetermined scanning direction (the direction of Y, or the direction of -Y) In the stage equipment for scanning the scan object which is prepared in the scanning aligner which exposes the pattern of the mask on the sensitization substrate serially, and consists of the mask or its sensitization substrate The scan stage arranged free [ migration to that scanning direction ] on the base (10) and this base (9), The jogging stage where it is arranged respectively free [ migration by predetermined within the limits ], and that scan object is laid in the scanning direction of that scan object, and the non-scanning direction (the direction of X, or the direction of -X) which intersects perpendicularly with this scanning direction to this scan stage (8), The 1st electromagnetic-force mold actuator which drives the jogging stage (8) to the non-scanning direction to the scan stage (9) (42A, 42B), The 2nd electromagnetic-force mold actuator (39A, 39B) which drives the jogging stage (8) by the bigger thrust than the 1st electromagnetic-force mold actuator (42A, 42B) is formed in the scanning direction to the scan stage (9).

[0018] in this case, as those 1st and 2nd electromagnetic-force mold actuators (42A, 42B, 39A, 39B) The electromagnetic-force mold actuator of the MUBINGU magnet method with which the stator (41A, 41B, 38A, 38B) which has a coil, respectively is fixed to the scan stage (9) side is used. It is desirable to establish a cooling means (53-55, 56a-56c) to make circulate through the predetermined coolant (63) and to cool each stator (41A, 41B, 38A, 38B) of the 1st and 2nd electromagnetic-force mold actuators (42A, 42B, 39A, 39B).

[0019] Moreover, the migration mirror fixed on the jogging stage (8) (48A, 48B, 51), The interferometer which irradiates the light beam for measurement to this migration mirror, and detects the variation rate of that jogging stage (8) to that scan stage (9) (47A, 47B, 50), As for \*\*\*\*\* and its cooling means (53-55, 56a-56c), it is desirable to circulate the coolant (63) from the part near the optical path (49A, 49B, 52) which the light beam from the interferometer (47A, 47B, 50) passes.

[0020] Moreover, as for one side of the 1st and 2nd electromagnetic-force mold actuators (42A, 42B, 39A, 39B), it is desirable to consist of one pair of electromagnetic-force mold actuators (39A, 39B, or 42A, 42B) arranged at juxtaposition.

[0021]

[Function] According to the stage equipment of this this invention, with a scanning aligner, what has a thrust small as an electromagnetic-force type actuator (42A, 42B) which drives the non-scanning direction (the direction of X or the direction of -X) of a jogging stage (8) using most inertial force added to the big inertial force on a jogging stage being added to a non-scanning direction at a jogging stage being extent which can be disregarded at the time of initiation of especially a scan and termination is used to a scanning direction. Thereby, since the configuration and weight of a needle (40A, 40B) of the electromagnetic-force type actuator can be made small, AUW of a jogging stage (8) is lightweight-ized and the controllability ability of a stage improves. Moreover, capacity of the coil of the electromagnetic-force type actuator for non-scanning directions (42A, 42B) can also be made small. Therefore, since the generating heating value from the coil also decreases, heat deformation of each stage (8, 9, 10) decreases, and the bad influence by the heat to the measuring equipment for location measurement can be eased.

[0022] Moreover, the 1st and 2nd electromagnetic-force mold actuators (42A, 42B, 39A, 39B) It is the electromagnetic-force mold actuator of a MUBINGU magnet method. In establishing a cooling

means (53, 54, 55, 56a, 56b, 56c) to make circulate through the predetermined coolant (63) and to cool each stator (41A, 41B, 38A, 38B) of the 1st and 2nd electromagnetic-force mold actuators. In order that a heat source (coil) may separate from a jogging stage (8) by using the electromagnetic-force type actuator (39A, 39B, 42A, 42B) of a MUBINGU magnet method, Heat deformation of a jogging stage (8) can be made small compared with the case where the electromagnetic-force type actuator of a moving coil method is used.

[0023] Furthermore, the whole calorific value is small stopped by carrying out liquid cooling of the stator (38A, 38B, 41A, 41B) as a heat source. Furthermore, it is easy to cool a stator structural. Moreover, the migration mirror fixed on the jogging stage (8) (48A, 48B, 51), The interferometer which irradiates the light beam for measurement to this migration mirror, and detects the variation rate of the jogging stage (8) to that scan stage (9) (47A, 47B, 50), In circulating the coolant (63) from a part with \*\*\*\*\* and the cooling means (53-55, 56a-56c) near the optical path (49A, 49B, 52) which the light beam from the interferometer passes. Since sequential cooling of the refrigeration capacity of the coolant is carried out in the largest condition from the electromagnetic-force type actuator (42B) near an optical path (49A, 49B, 52), temperature control of the gas on the optical path is performed stably, and measurement precision is maintained highly.

[0024] Moreover, when one side of the 1st and 2nd electromagnetic-force mold actuators (39A, 39B, 42A, 42B) consists of one pair of electromagnetic-force mold actuators (39A, 39B, or 42A, 42B) arranged at juxtaposition, a hand of cut can be driven by giving the thrust of hard flow to not only the drive of a scanning direction or a non-scanning direction but one pair of the electromagnetic-force mold actuators.

[0025]

[Example] Hereafter, with reference to drawing 1 - drawing 3 , it explains per example of the stage equipment by this invention. This example applies this invention to the reticle stage of the projection aligner of step - and - scanning method, gives the same sign to the part corresponding to drawing 4 - drawing 7 in drawing 1 - drawing 3 , and omits the detail explanation.

[0026] Drawing 1 is the top view of the reticle stage of this example, in this drawing 1 , along with the linear guides 34A and 34B on the base 10, the scan stage 9 is laid in the direction of Y free [ sliding ], and the scan stage 9 is driven in the direction of +Y, or the direction of -Y to the reticle base 10 with linear motors 31A and 31B. Moreover, the migration mirror 45 for Y-axes is fixed to the edge of the direction of Y of the scan stage 9, and as shown by the optical path 46 from the external laser interferometer 44 to the migration mirror 45, the laser beam is irradiated in parallel with a Y-axis. The Y coordinate of the scan stage 9 is called for from the measurement value of a laser interferometer 44.

[0027] On the scan stage 9, it is laid so that the jogging stage 8 can move slightly by the drive system mentioned later to the direction of X, the direction of Y, and a hand of cut (the direction of theta), and the reticle 6 (refer to drawing 2 ) by which the original edition pattern was formed on the jogging stage 8 where opening (un-illustrating) was formed in the center section is held by vacuum adsorption etc. The illumination light for exposure is irradiated by the lighting field of the shape of a slit of the pattern formation field of the inferior surface of tongue of a reticle from a non-illustrated illumination-light study system, at the time of scan exposure, a reticle is scanned at a predetermined rate through the scan stage 9 in the direction (or the direction of -Y) of +Y which is the direction of a short hand of a lighting field, and justification by the jogging stage 8 is performed if needed.

[0028] moreover, the migration mirrors 48A and 48B for Y-axes fix to the edge of the direction of Y of the jogging stage 8 -- having -- the migration mirrors 48A and 48B -- receiving -- each -- as shown by optical paths 49A and 49B from the external laser interferometers 47A and 47B, the laser beam is irradiated in parallel with a Y-axis. The Y coordinate of the jogging stage 8 is called for from the average value of the measurement value of laser interferometers 47A and 47B, and the angle of rotation of the jogging stage 8 is searched for from the difference of the measurement value of laser interferometers 47A and 47B. Moreover, the migration mirror 51 for the X-axes is fixed to the edge of the direction of X of the jogging stage 8, and as shown by the optical path 52 from the external laser interferometer 50 to the migration mirror 51, the laser beam is irradiated in parallel with the X-axis. The X coordinate of the jogging stage 8 is called for from the measurement value of a laser interferometer 50, the location to the direction of Y of the scan stage 9 and a scan speed are

controlled based on the X coordinate measured in this way, Y coordinate, and an angle of rotation, and the location and angle of rotation of the jogging stage 8 are controlled in parallel.

[0029] Moreover, as shown in drawing 2, between the jogging stage 8 and the scan stage 9, two or more spherical rolling elements (in drawing 2, only 43A and 43B in it have appeared) are prepared, and, as for the jogging stage 8, it moves smoothly through these rolling elements 43A and 43B etc. in the flat-surface top of the scan stage 9. Next, the drive system of the jogging stage 8 is explained in detail.

[0030] As shown in drawing 1 and drawing 2, the electromagnetic-force type actuators 39A and 39B which consist of a linear motor of the MUBINGU magnet mold (MM mold) which drives the jogging stage 8 in the direction of Y which is mainly a scanning direction at the time of scan exposure, respectively are formed in the side face of the direction of +X of the jogging stage 8, and the direction of -X. When it consists of needle 37A fixed to the side face of the direction of +X of the jogging stage 8, and stator 38A fixed to the scan stage 9 and a current is passed by stator 38A which builds in a coil, the linear force joins needle 37A which builds in a magnet, and needle 37A moves electromagnetic-force type actuator 39A in the direction of Y, or the direction of -Y. The migration direction is reversed by passing a current conversely. Hereafter, all the electromagnetic-force type actuators of the example of the book used for the drive of the jogging stage 8 are the linear motors of MM mold, and perform same actuation.

[0031] By electromagnetic-force type actuator 39B which consists of needle 37B fixed to the side face of the direction of -X of the jogging stage 8, and stator 38B fixed to the scan stage 9, and the above-mentioned electromagnetic-force type actuator 39A, the jogging stage 8 is driven to the direction of +Y, the direction of -Y, or a hand of cut. The drive to this hand of cut is performed in the range in which Needles 37A and 37B do not contact Stators 38A and 38B.

[0032] Moreover, the electromagnetic-force type actuators 42A and 42B which drive the jogging stage 8 in the direction of X which is a non-scanning direction which mainly intersects perpendicularly with a scanning direction, respectively are formed in the side face of the direction of -Y of the jogging stage 8, and the direction of +Y. Electromagnetic-force type actuator 42A consists of needle 40A fixed to the side face of the direction of -Y of the jogging stage 8, and stator 41A fixed to the scan stage 9. Electromagnetic-force type actuator 42B consists of needle 40B fixed to the side face of the direction of +Y of the jogging stage 8, and stator 41B fixed to the scan stage 9. With the electromagnetic-force type actuators 42A and 42B The jogging stage 8 is driven to the direction of +X, the direction of -X, or a hand of cut.

[0033] What has a small thrust as compared with the electromagnetic-force type actuators 39A and 39B for the above-mentioned scanning directions as [ both ] electromagnetic-force type actuators 42A and 42B for these non-scanning directions is used. Here, actuation with an electromagnetic-force type actuator and the jogging stage 8 is explained briefly. First, while the scan stage 9 is carrying out constant-speed migration in the scanning direction, the jogging stage 8 can be driven in the direction of X by giving a thrust to two electromagnetic-force type actuators 42A and 42B in the same direction, respectively. Moreover, the jogging stage 8 can be driven in the direction of Y by giving a thrust similarly to two electromagnetic-force type actuators 39A and 39B in the same direction, respectively.

[0034] On the other hand, the jogging stage 8 can be rotated by giving the thrust of hard flow mutually to two electromagnetic-force type actuators 42A and 42B which drive the direction of X, for example. The same is said of the electromagnetic-force type actuators 39A and 39B of the direction of Y. Furthermore, although the big inertial force in the direction of Y occurs on the jogging stage 8 with this acceleration when the acceleration and deceleration of the scan stage 9 are carried out to a scanning direction (the direction of Y) at the time of scan exposure, relative velocity of phase murder, the jogging stage 8, and the scan stage 9 can be set to 0 for that inertial force with the thrust of the electromagnetic-force type actuators 39A and 39B. A thrust required in order to offset the inertial force of this scanning direction (the direction of Y) is big as compared with a thrust required for a non-scanning direction (the direction of X), and a large-sized thing with the comparatively big thrust as electromagnetic-force type actuators 39A and 39B is used for it.

[0035] Furthermore, in this example, the cooling means for removing the heat generated from the electromagnetic-force type actuators 39A, 39B, 42A, and 42B is established. With reference to

drawing 1 and drawing 3, it explains about this cooling means. In drawing 1, each stator 38A, 38B, 41A, and 41B of the electromagnetic-force type actuators 39A, 39B, 42A, and 42B is arranged in the following circulation cooling path, and is cooled by the coolant which is adjusted by predetermined temperature with the liquid cooling thermostat 53, and is sent out by the internal circulating pump. A circulation cooling path is constituted by the path which returns from the liquid cooling thermostat 53 to the liquid cooling thermostat 53 again one by one in serial via the cooling-fluid-flow tube 54, stator 41B, cooling-fluid-flow tube 56a, stator 38B, cooling-fluid-flow tube 56b, stator 41A, cooling-fluid-flow tube 56c, stator 38A, and the cooling-fluid-flow tube 55. Moreover, the coolant flows out of the cooling-fluid-flow tube 54 near optical-path 49A of a laser interferometer, passes along cooling-fluid-flow tube 56a near optical-path 49B of a laser interferometer next, and passes along the inside of near stator 38B in the optical path 52 of a laser interferometer just behind that. Therefore, the temperature in the optical paths 49A, 49B, and 52 of a laser interferometer is maintained by predetermined level with high precision.

[0036] Drawing 3 is the sectional view which cut electromagnetic-force type actuator 42B of drawing 2 in parallel with the space of drawing 2, and as shown in drawing 3, stator 41B consists of the base 60, covering 61 of the hollow fixed on this base 60, and a coil 62 stored in this covering 61. In this case, in order to cool a coil 62, the coolant 63 is flowing between the coil 62 and the inside of covering 61. When the insulation of a coil 62 is good, water can be used as coolant 63. However, as coolant 63, there is corrosive [ no / over a coil 62 and covering 61 ], and an inactive liquid is chemically [ there is no conductivity and ] desirable. So, in this example, for example, a fluorine system inactive liquid etc. is used as coolant 63.

[0037] On the other hand, one pair of magnets 64 and 65 are fixed, and needle 40B is constituted so that stator 41B may be inserted into the stationary plate 65 on stator 41B. That is, electromagnetic-force type actuator 42B of this example is the MUBINGU magnet method with which the magnet was built into needle 41B. In this case, since the coil 62 which are the main sources of generation of heat is built into the stator 41B side, cooling of that coil 62 is easy for it. It is a configuration with the same said of other electromagnetic-force type actuators 39A, 39B, and 42A.

[0038] As mentioned above, since the electromagnetic-force type actuator which has the same thrust [ be / no relation to a scanning direction and a non-scanning direction ] was used, what has a superfluous thrust as an electromagnetic-force type actuator which gives the thrust of a non-scanning direction is used, and the weight of the whole stage increased as a result, and it means having spent useless cost conventionally. On the other hand, in this example, the electromagnetic-force type actuator which has a proper thrust in each of a scanning direction and a non-scanning direction is used, the weight of the whole stage is reduced as a result, calorific value is reduced and useless cost is reduced.

[0039] Moreover, cooling is performed efficiently, without the heat generated with the coil in a stator to the Lord of an electromagnetic-force type actuator by circulation of the liquid for endoergic leaking to the scan stage 9 and jogging stage 8 grade as the radiant heat or conductive heat according to this example. Furthermore, effect by the temperature over each laser beam of an interferometer and fluctuation of air can be lessened more.

[0040] In addition, although the linear motor was used as an electromagnetic-force type actuator in this example instead, the same effectiveness is acquired even if it uses a voice coil motor etc. Moreover, although the approach of connecting each electromagnetic-force type actuator in serial, and cooling was used in this example, each electromagnetic-force type actuator can also be cooled in juxtaposition. Although this approach of cooling in juxtaposition is advantageous at the point which can cool each electromagnetic-force type actuator on the same conditions, when the number of the fields and thermostats which become complicated in piping is one, there is a field where the coolant is difficult in a controlling surface, such as flowing on a target on the other hand in the one where a pressure is lower.

[0041] In addition, although this example applies the stage equipment of this invention to the reticle stage used for the projection aligner of step - and - scanning method, it is applicable not only to a reticle stage but a wafer stage. Thus, this invention is not limited to the above-mentioned example, but can take configurations various in the range which does not deviate from the summary of this invention.

[0042]

[Effect of the Invention] According to the stage equipment of this invention, since an electromagnetic-force type actuator with a small thrust is used for the drive of the non-scanning direction in a scanning aligner, weight of a jogging stage can be made light. Therefore, the resonant frequency of a jogging stage becomes high and it is effective in controllability ability improving. Moreover, since generation of heat with a coil decreases by making the thrust of an electromagnetic-force type actuator small, the bad influence to the measurement precision of measuring machine machines, such as heat deformation of a jogging stage and an interferometer, can mainly be lessened more.

[0043] Moreover, the electromagnetic-force mold actuator of a MUBINGU magnet method is used as 1st and 2nd electromagnetic-force mold actuators. In establishing a cooling means to make circulate through the predetermined coolant and to cool each stator of the 1st and 2nd electromagnetic-force mold actuators By using the electromagnetic-force type actuator of a MUBINGU magnet method, there is an advantage to which the distance from a jogging stage to a heat source (coil) becomes long, and heat deformation of a jogging stage becomes small as compared with the case where the electromagnetic-force type actuator of a moving coil method is used. Furthermore, it is easy on structure to carry out liquid cooling of the stator.

[0044] Moreover, it has the migration mirror fixed on the jogging stage, and the interferometer which irradiates the light beam for measurement to this migration mirror, and detects the variation rate of the jogging stage to a scan stage, and in circulating that coolant from a part with the cooling means near the optical path which the light beam from an interferometer passes, the temperature of the environmental gas on an optical path is adjusted stably, and it is effective in the measurement error of an interferometer decreasing.

[0045] Moreover, when one side of the 1st and 2nd electromagnetic-force mold actuators consists of one pair of electromagnetic-force mold actuators arranged at juxtaposition, a hand of cut can be driven by giving the thrust of hard flow to one pair of the magnetism mold actuators.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the top view showing one example of the stage equipment by this invention.

[Drawing 2] It is the front view of the stage equipment of drawing 1 .

[Drawing 3] It is the sectional view which cut electromagnetic-force type actuator 42B of drawing 2 in parallel with the space of drawing 2 .

[Drawing 4] It is the outline block diagram showing an example of the conventional scanning projection aligner.

[Drawing 5] It is a perspective view for explaining the synchronous scan in the scanning projection aligner of drawing 4 .

[Drawing 6] It is the top view of the reticle stage of drawing 4 .

[Drawing 7] It is the front view of the reticle stage of drawing 5 .

[Description of Notations]

8 Jogging Stage

9 Scan Stage

10 Reticle Base

37A, 37B Needle

38A, 38B Stator

39A, 39B Electromagnetic-force type actuator (for a scanning direction drive)

40A, 40B Needle

41A, 41B Stator

42A, 42B Electromagnetic-force type actuator (for a non-scanning direction drive)

47A, 47B, 50 Interferometer

49A, 49B, 52 Optical path of a laser beam

53 Liquid Cooling Thermostat

54, 55, 56a, 56b, 56c Cooling-fluid-flow tube

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

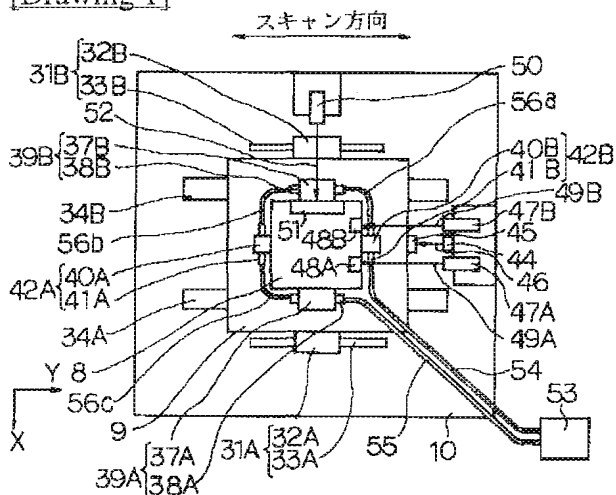
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

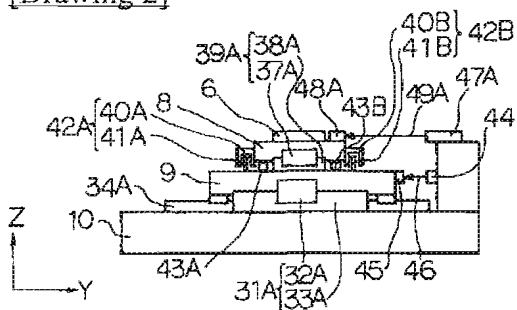
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

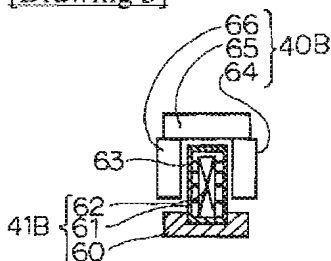
[Drawing 1]



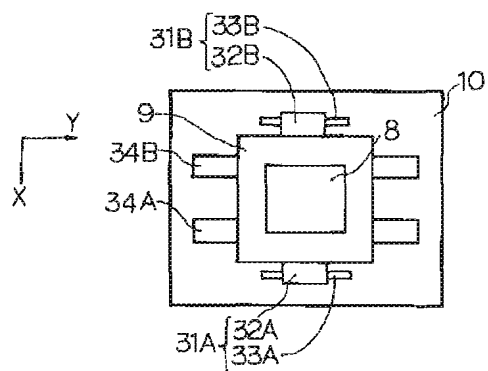
[Drawing 2]



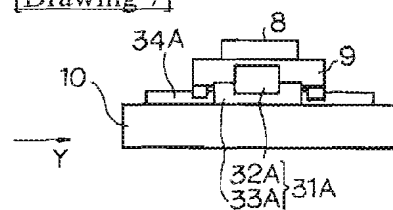
[Drawing 3]



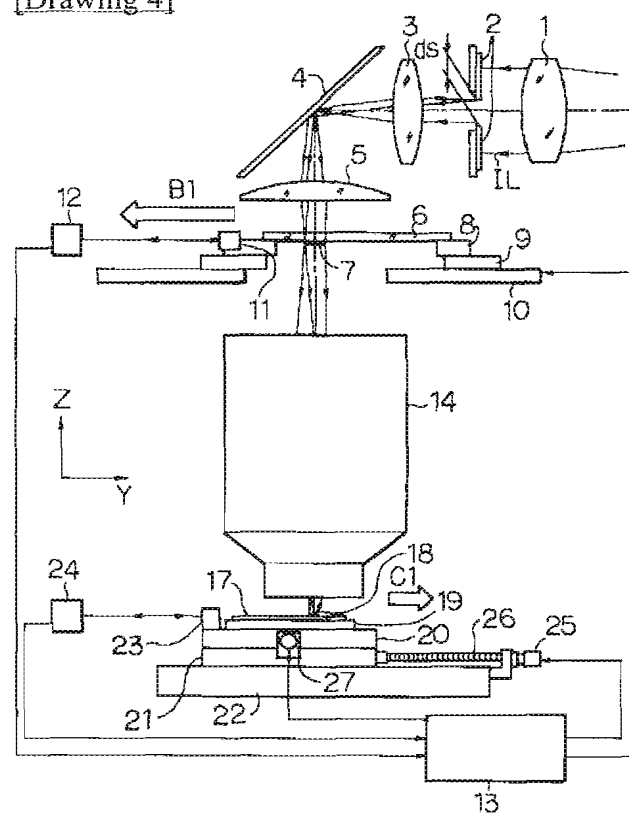
[Drawing 6]



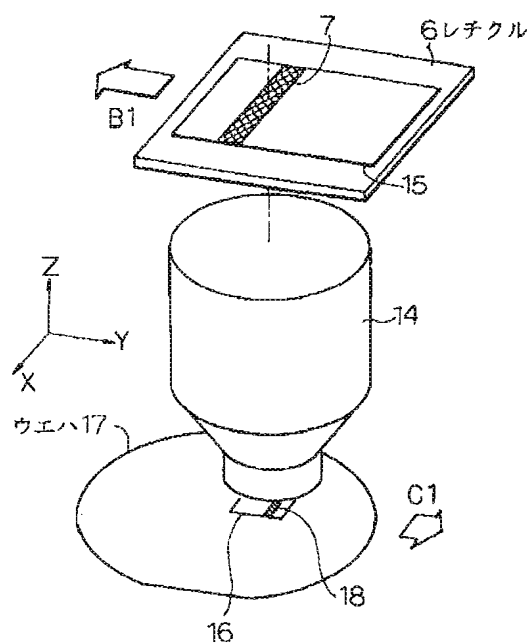
[Drawing 7]



[Drawing 4]



[Drawing 5]



---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-130179

(43) 公開日 平成8年(1996)5月21日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 21/027

G 0 3 B 27/32

G 0 3 F 7/20

F

5 2 1

H 0 1 L 21/ 30

5 1 8

5 0 3 A

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平6-268546

(22) 出願日

平成6年(1994)11月1日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 堀川 浩人

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

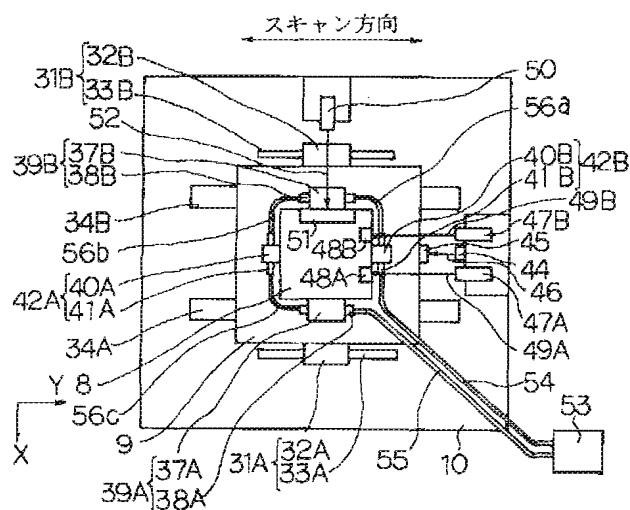
(74) 代理人 弁理士 大森 聡

(54) 【発明の名称】 ステージ装置

(57) 【要約】

【目的】 マスク上のパターンを投影光学系を介して感光性の基板上に露光する走査型の露光装置のステージ装置の重量を軽減し、ステージの駆動装置の発熱を抑えて、ステージの表面精度やステージの位置計測用の干渉計の計測精度を向上させる。

【構成】 レチクルステージとして、レチクルベース10、そのレチクルステージ上に載置され走査方向の移動を行う走査ステージ9及びその走査ステージの上に載置されX Y方向及び回転方向に微動できる微動ステージ8を設け、微動ステージ8の駆動装置として、走査方向の駆動を行う電磁力式アクチュエータ39A、39Bと非走査方向の駆動を行い且つ電磁力式アクチュエータ39A、39Bより推力の小さな電磁力式アクチュエータ42A、42Bとを設ける。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 転写用のパターンが形成されたマスクを照明し、該マスクを所定の走査方向に走査するのと同期して感光基板を前記所定の走査方向に対応する走査方向に走査することにより、前記マスクのパターンを逐次前記感光基板上に露光する走査型露光装置に設けられ、前記マスク又は前記感光基板よりなる走査対象物を走査するためのステージ装置において、

ベースと、

該ベース上で前記走査方向に移動自在に配置された走査ステージと、

該走査ステージに対して前記走査対象物の走査方向、及び該走査方向に直交する非走査方向にそれぞれ所定範囲内で移動自在に配置され前記走査対象物が載置される微動ステージと、

前記走査ステージに対して前記非走査方向に前記微動ステージを駆動する第 1 の電磁力型アクチュエータと、前記走査ステージに対して前記走査方向に前記第 1 の電磁力型アクチュエータより大きな推力で前記微動ステージを駆動する第 2 の電磁力型アクチュエータと、を備えたことを特徴とするステージ装置。

【請求項 2】 前記第 1 及び第 2 の電磁力型アクチュエータは、それぞれコイルを有する固定子が前記走査ステージ側に固定されるムービングマグネット方式の電磁力型アクチュエータであり、

前記第 1 及び第 2 の電磁力型アクチュエータのそれぞれの固定子を所定の冷却液を循環させて冷却する冷却手段を設けたことを特徴とする請求項 1 記載のステージ装置。

【請求項 3】 前記微動ステージ上に固定された移動鏡と、該移動鏡に対して計測用の光ビームを照射して前記走査ステージに対する前記微動ステージの変位を検出する干渉計と、を有し、

前記冷却手段は、前記干渉計からの光ビームが通過する光路に近い部分から前記冷却液を循環させることを特徴とする請求項 2 記載のステージ装置。

【請求項 4】 前記第 1 及び第 2 の電磁力型アクチュエータの一方は、並列に配置された 1 対の電磁力型アクチュエータよりなることを特徴とする請求項 1、2 又は 3 記載のステージ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、主に露光装置で使用されるステージ装置に関し、特に、半導体素子等を製造するためのステップ・アンド・スキャン方式の露光装置のレチクルステージ又はウエハステージに適用して好適なものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来より、半導体素子、又は液晶表示素子等をフォトリソグラフィ技術を用いて製造する際に、

レチクル（又はフォトマスク等）上に形成されたパターンを、投影光学系を介してフォトレジストが塗布されたウエハ（又はガラスプレート等）上に露光する投影露光装置が使用されている。

【0003】近年、半導体素子等の 1 個のチップパターンが大型化する傾向にあるため、レチクル上のより大きな面積のパターンをウエハ上に露光する投影露光装置が求められている。斯かる露光面積の拡大の要求に、レチクルの全面のパターンを一括露光する所謂ステップ・アンド・リピート方式の投影露光装置で応えるものとする、投影光学系をそのまま大型化する必要があるが、広い露光フィールドの全面で高い結像性能を有する投影光学系は製造コストが高いという不都合がある。

【0004】そこで、ウエハの各ショット領域を走査開始位置に移動させた後、レチクルを照明した状態で、レチクルを投影光学系の光軸を横切る方向に走査するのと同期して、ウエハを投影光学系の光軸を横切る方向に走査することにより、レチクルのパターンをウエハの各ショット領域に露光する所謂ステップ・アンド・スキャン方式等の走査型露光装置が注目されている。

【0005】図 4 は、従来の走査型露光装置の概略構成を示し、この図 4 において、照明光学系中の図示省略されたオプティカル・インテグレータからの照明光 I が、第 1 リレーレンズ 1 を介して視野絞り 2 を照明する。この視野絞り 2 のスリット状開口を通過した照明光が、第 2 リレーレンズ 3、光路折り曲げ用のミラー 4、及び照明コンデンサーレンズ 5 を介して、レチクル 6 上のスリット状の照明領域 7 を均一な照度で照明する。その視野絞り 2 の配置面とレチクル 6 のパターン形成面とは共役であり、視野絞り 2 に形成された短辺方向の幅  $d_s$  の矩形開口の投影像が、スリット状の照明領域 7 となっている。

【0006】レチクル 6 の照明領域 7 内のパターン像が、両側テレセントリック（又は片側テレセントリック）の投影光学系 14 を介してウエハ 17 上のスリット状の露光領域 18 内に結像投影される。ここで、投影光学系 14 の光軸に平行に Z 軸を取り、Z 軸に垂直な平面内で図 4 の紙面に垂直に X 軸を取り、図 4 の紙面に平行に Y 軸を取る。Y 軸に平行な方向が走査方向である。

【0007】このとき、レチクル 6 は、微動ステージ 8 上に保持され、微動ステージ 8 は走査ステージ 9 上に X-Y 平面内で移動自在且つ回転自在に載置され、走査ステージ 9 は、レチクルベース 10 上に不図示のリニアモータにより走査方向である Y 方向（又は -Y 方向）に駆動されるように載置されている。微動ステージ 8 上の端部に固定された移動鏡 11 及び外部に設置されたレーザ干渉計 12 により計測された微動ステージ 8 の走査方向及び非走査方向の座標が主制御系 13 に供給されている。主制御系 13 は、供給された座標に基づいて微動ステージ 8 の位置、及び走査ステージ 9 の走査速度等の制御を

行う。

【0008】一方、ウエハ17は、ウエハホルダー19を介してXステージ20上に載置され、Xステージ20は、Yステージ21上に駆動モータ27によりX方向に駆動自在に載置され、Yステージ21は、装置ベース22上に駆動モータ25及び送りねじ26によりY方向に駆動自在に載置されている。Xステージ20上にはウエハ17のZ方向への位置を調整するZステージ、及びウエハ17の傾斜角を調整するレベリングステージ等（不図示）が載置されている。また、Xステージ20上に固

定された移動鏡23及び外部に設置されたレーザ干渉計24により計測されたXステージ20の2次元座標が主制御系13に供給され、主制御系13は、供給された座標に基づいて駆動モータ25及び27等の動作を制御する。

【0009】スキャン露光時には、投影光学系14の投影倍率を $\beta$ とすると、主制御系13の制御のもとで、レチクル側の走査ステージ9を例えばB1方向に速度 $V_R$ で走査すると同期して、ウエハ側のYステージ21をC1方向に速度 $V_W (= \beta \cdot V_R)$ で走査することにより、レチクル6のパターン像が逐次ウエハ17上に投影露光される。

【0010】図5はその同期走査の様子を示す斜視図であり、この図5において、斜線を施したスリット状の照明領域7に対してB1方向にレチクル6のパターン領域15を走査すると同期して、斜線を施した露光領域18に対してC1方向にウエハ17のショット領域16が走査される。これにより、ショット領域16上にレチクル6のパターン領域15内のパターン像が逐次露光される。

【0011】図6は、図4中のレチクルステージの平面図、図7はそのレチクルステージの側面図であり、図6に示すように、走査ステージ9は、レチクルベース10上のY軸に平行なリニアガイド34A及び34Bに沿ってY方向に移動自在に載置されている。また、固定子33A及び可動子32Aより第1のリニアモータ31Aが構成され、固定子33B及び可動子32Bより第2のリニアモータ31Bが構成されている。そして、固定子33A及び33Bはレチクルベース10上にリニアガイド34A、34Bに平行に固定され、固定子33A及び33Bに沿って走査ステージ9に可動子32A及び32Bが固定されている。これら2つのリニアモータ31A及び31Bにより、レチクルベース10に対して走査ステージ9が+Y方向又は-Y方向に駆動される。

【0012】また、図7に示すように、走査ステージ9上には微動ステージ8が載置され、不図示の駆動系により、走査ステージ9に対してX方向、Y方向に微動し、且つ走査ステージ9上で $\theta$ 方向に微動回転することができるようになっている。ところで、従来この種の微動ステージの駆動方式としては、サーボモータの回転運動を

直線運動に変換する機構系を3組使用し、その3組の機構系により微動ステージをX方向、Y方向、 $\theta$ 方向の3方向に移動する方式が採られていた。

【0013】また、2次元のステージの駆動系として電磁力式アクチュエータを用いる方式も提案されているが（例えば特開平2-35709号公報参照）、この方式では2つの駆動方向による推力の差は無く、且つ重量が重く発熱による変形の対策もなされていなかった。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の電磁力式アクチュエータを使用した微動ステージにおいては、微動ステージを2方向に移動させる電磁力式アクチュエータの駆動方向による形状、推力等の違いがなく、特に走査型の露光装置では、非走査方向への移動のための推力は走査方向ほど必要としないにもかかわらず過剰な推力を持つ電磁力式アクチュエータが使用され、微動ステージの重量を増加させ且つ熱の発生を増加させる要因となっていた。

【0015】このように、微動ステージの重量が増加すると、固有振動数が低下して応答速度を高くできないという不都合があった。更に、電磁力式アクチュエータのコイルの発熱により微動ステージが変形し、レチクルの保持面や反射鏡の保持面等の精度が低下する不都合があった。また、コイルの発熱は、微動ステージの位置検出を行う干渉計等の計測系の計測精度を劣化させる要因となっていた。例えば干渉計を使用した場合は、コイルの発熱により周辺の空気が加熱し干渉計の光路上の空気に温度のむらや揺らぎが発生し、測定値に誤差が生ずる不都合があった。

【0016】本発明は斯かる点に鑑み、微動ステージの重量が軽量化され且つ微動ステージと計測系とが駆動系で発生する熱の影響をあまり受けることのない走査型露光装置に適したステージ装置を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明によるステージ装置は、転写用のパターンが形成されたマスクを照明し、そのマスクを所定の走査方向（Y方向又は-Y方向）に走査すると同期して感光基板をその所定の走査方向に対応する走査方向に走査することにより、そのマスクのパターンを逐次その感光基板上に露光する走査型露光装置に設けられ、そのマスク又はその感光基板よりなる走査対象物を走査するためのステージ装置において、ベース（10）と、このベース上でその走査方向に移動自在に配置された走査ステージ（9）と、この走査ステージに対してその走査対象物の走査方向、及びこの走査方向に直交する非走査方向（X方向又は-X方向）にそれぞれ所定範囲内で移動自在に配置されその走査対象物が載置される微動ステージ（8）と、その走査ステージ（9）に対してその非走査方向にその微動ステージ

(8)を駆動する第1の電磁力型アクチュエータ(42A, 42B)と、その走査ステージ(9)に対してその走査方向にその第1の電磁力型アクチュエータ(42A, 42B)より大きな推力でその微動ステージ(8)を駆動する第2の電磁力型アクチュエータ(39A, 39B)と、を設けたものである。

【0018】この場合、その第1及び第2の電磁力型アクチュエータ(42A, 42B, 39A, 39B)として、それぞれコイルを有する固定子(41A, 41B, 38A, 38B)がその走査ステージ(9)側に固定されるムービングマグネット方式の電磁力型アクチュエータを用い、その第1及び第2の電磁力型アクチュエータ(42A, 42B, 39A, 39B)のそれぞれの固定子(41A, 41B, 38A, 38B)を所定の冷却液(63)を循環させて冷却する冷却手段(53~55, 56a~56c)を設けることが好ましい。

【0019】また、その微動ステージ(8)上に固定された移動鏡(48A, 48B, 51)と、この移動鏡に対して計測用の光ビームを照射してその走査ステージ

(9)に対するその微動ステージ(8)の変位を検出する干渉計(47A, 47B, 50)と、を設け、その冷却手段(53~55, 56a~56c)は、その干渉計(47A, 47B, 50)からの光ビームが通過する光路(49A, 49B, 52)に近い部分からその冷却液(63)を循環させることが好ましい。

【0020】また、その第1及び第2の電磁力型アクチュエータ(42A, 42B, 39A, 39B)の一方は、並列に配置された1対の電磁力型アクチュエータ(39A, 39B、又は42A, 42B)よりなることが好ましい。

【0021】

【作用】斯かる本発明のステージ装置によれば、走査型露光装置では走査方向へは特に走査の開始及び終了時に微動ステージに大きな慣性力が加わるのに対して、非走査方向へは微動ステージに加わる慣性力はほとんど無視できる程度であることを利用して、微動ステージ(8)の非走査方向(X方向又は-X方向)の駆動を行う電磁力式アクチュエータ(42A, 42B)として推力の小さいものを使用する。これにより、その電磁力式アクチュエータの可動子(40A, 40B)の形状及び重畳を小さくすることができるため、微動ステージ(8)の総重畳が軽減され、ステージの制御性能が向上する。また、非走査方向用の電磁力式アクチュエータ(42A, 42B)のコイルの容積も小さくすることができる。従って、そのコイルからの発生熱量も少なくなるため各ステージ(8, 9, 10)の熱変形が少なくなり、位置計測用の測定機器に対する熱による悪影響を緩和することができる。

【0022】また、第1及び第2の電磁力型アクチュエータ(42A, 42B, 39A, 39B)が、ムービン

グマグネット方式の電磁力型アクチュエータであり、その第1及び第2の電磁力型アクチュエータのそれぞれの固定子(41A, 41B, 38A, 38B)を所定の冷却液(63)を循環させて冷却する冷却手段(53, 54, 55, 56a, 56b, 56c)を設ける場合には、ムービングマグネット方式の電磁力式アクチュエータ(39A, 39B, 42A, 42B)を使用することにより微動ステージ(8)から熱源(コイル)が離れるため、微動ステージ(8)の熱変形をムービングコイル方式の電磁力式アクチュエータを使用する場合に比べて小さくすることができる。

【0023】更に、熱源としての固定子(38A, 38B, 41A, 41B)を液冷却することにより、全体の発熱量が小さく抑えられる。更に、固定子を冷却するのは構造的に容易である。また、微動ステージ(8)上に固定された移動鏡(48A, 48B, 51)と、この移動鏡に対して計測用の光ビームを照射してその走査ステージ(9)に対する微動ステージ(8)の変位を検出する干渉計(47A, 47B, 50)と、を設け、冷却手段(53~55, 56a~56c)が、その干渉計からの光ビームが通過する光路(49A, 49B, 52)に近い部分からその冷却液(63)を循環させる場合には、その冷却液の冷却能力が最も大きい状態で光路(49A, 49B, 52)に近い電磁力式アクチュエータ(42B)から順次冷却されるのでその光路上の気体の温度調節が安定的に行われ、計測精度が高く維持される。

【0024】また、第1及び第2の電磁力型アクチュエータ(39A, 39B, 42A, 42B)の一方が、並列に配置された1対の電磁力型アクチュエータ(39A, 39B、又は42A, 42B)よりなる場合には、走査方向又は非走査方向の駆動ばかりでなく、その1対の電磁力型アクチュエータに逆方向の推力を与えることにより回転方向の駆動を行うことができる。

【0025】

【実施例】以下、本発明によるステージ装置の一実施例につき図1~図3を参照して説明する。本実施例は、ステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置のレチクルステージに本発明を適用したものであり、図1~図3において図4~図7に対応する部分には同一符号を付してその詳細説明を省略する。

【0026】図1は本実施例のレチクルステージの平面図であり、この図1において、ベース10上のリニアガイド34A及び34Bに沿ってY方向に摺動自在に走査ステージ9が載置され、走査ステージ9はリニアモータ31A及び31Bによりレチクルベース10に対して+Y方向又は-Y方向に駆動される。また、走査ステージ9のY方向の端部にY軸用の移動鏡45が固定され、移動鏡45に対して外部のレーザ干渉計44から光路46で示されるようにY軸に平行にレーザビームが照射され

10

20

30

40

50

ている。レーザ干渉計44の計測値より走査ステージ9のY座標が求められる。

【0027】走査ステージ9上には、微動ステージ8が、後述する駆動系によりX方向、Y方向、及び回転方向(θ方向)に微動できるように載置され、中央部に開口(不図示)が形成された微動ステージ8上に原版パターンの形成されたレチクル6(図2参照)が真空吸着等により保持されている。レチクルの下面のパターン形成領域のスリット状の照明領域に不図示の照明光学系から露光用の照明光が照射され、走査露光時には照明領域の短手方向である+Y方向(又は-Y方向)に走査ステージ9を介してレチクルが所定速度で走査され、必要に応じて微動ステージ8による位置調整が行われる。

【0028】また、微動ステージ8のY方向の端部にY軸用の移動鏡48A、48Bが固定され、移動鏡48A、48Bに対してそれぞれ外部のレーザ干渉計47A、47Bから光路49A、49Bで示されるようにY軸に平行にレーザビームが照射されている。レーザ干渉計47A、47Bの計測値の平均値より微動ステージ8のY座標が求められ、レーザ干渉計47A、47Bの計測値の差分より微動ステージ8の回転角が求められる。また、微動ステージ8のX方向の端部にX軸用の移動鏡51が固定され、移動鏡51に対して外部のレーザ干渉計50から光路52で示されるようにX軸に平行にレーザビームが照射されている。レーザ干渉計50の計測値より微動ステージ8のX座標が求められ、このように計測されたX座標、Y座標、及び回転角に基づいて走査ステージ9のY方向への位置、及び走査速度が制御され、並行して微動ステージ8の位置及び回転角が制御される。

【0029】また、図2に示すように、微動ステージ8と走査ステージ9との間には、球状の複数の転動体(図2では、その中の43A、43Bのみが現れている)が設けられており、微動ステージ8はこれらの転動体43A、43B等を介して、走査ステージ9の平面上を、滑らかに移動する。次に、微動ステージ8の駆動系について詳しく説明する。

【0030】図1及び図2に示すように、微動ステージ8の+X方向及び-X方向の側面には、それぞれ微動ステージ8を主に走査露光時の走査方向であるY方向に駆動するムービングマグネット型(MM型)のリニアモータよりなる電磁力式アクチュエータ39A、39Bが設けられている。電磁力式アクチュエータ39Aは、微動ステージ8の+X方向の側面に固定された可動子37Aと走査ステージ9に固定された固定子38Aとからなり、コイルを内蔵する固定子38Aに電流が流されることにより、マグネットを内蔵する可動子37Aに直線的な力が加わり、可動子37AがY方向又は-Y方向へ移動する。電流を逆に流すことにより移動方向が逆転する。以下、微動ステージ8の駆動に使用される本例の全

ての電磁力式アクチュエータはMM型のリニアモータであり、同様の動作を行う。

【0031】微動ステージ8の-X方向の側面に固定された可動子37Bと走査ステージ9に固定された固定子38Bとからなる電磁力式アクチュエータ39Bと上記の電磁力式アクチュエータ39Aとにより、微動ステージ8は+Y方向、-Y方向、又は回転方向へ駆動される。この回転方向への駆動は、可動子37A、37Bが固定子38A、38Bに接触しない範囲で行われる。

【0032】また、微動ステージ8の-Y方向及び+Y方向の側面には、それぞれ微動ステージ8を主に走査方向に直交する非走査方向であるX方向に駆動する電磁力式アクチュエータ42A、42Bが設けられている。電磁力式アクチュエータ42Aは、微動ステージ8の-Y方向の側面に固定された可動子40Aと走査ステージ9に固定された固定子41Aとからなり、電磁力式アクチュエータ42Bは、微動ステージ8の+Y方向の側面に固定された可動子40Bと走査ステージ9に固定された固定子41Bとから構成され、電磁力式アクチュエータ42A、42Bにより、微動ステージ8は+X方向、-X方向、又は回転方向へ駆動される。

【0033】これらの非走査方向用の電磁力式アクチュエータ42A、42Bとしては共に、上記の走査方向用の電磁力式アクチュエータ39A、39Bと比較して小さな推力を有するものが使用される。ここで、電磁力式アクチュエータと微動ステージ8との動作に関し簡単に説明する。まず、走査ステージ9が走査方向に定速移動している時、2つの電磁力式アクチュエータ42A、42Bにそれぞれ同一方向に推力を与えることにより、微動ステージ8をX方向に駆動することができる。また、同様に2つの電磁力式アクチュエータ39A、39Bにそれぞれ同一方向に推力を与えることにより、微動ステージ8をY方向に駆動することができる。

【0034】これに対して、例えばX方向の駆動を行う2つの電磁力式アクチュエータ42A、42Bに互いに逆方向の推力を与えることにより微動ステージ8を回転させることができる。Y方向の電磁力式アクチュエータ39A、39Bについても同様である。更に、走査露光時に走査ステージ9が走査方向(Y方向)に加減速されるときに、この加速度により微動ステージ8にY方向に大きな慣性力が発生するが、電磁力式アクチュエータ39A、39Bの推力によりその慣性力を相殺し、微動ステージ8と走査ステージ9との相対速度を0にすることができる。この走査方向(Y方向)の慣性力を相殺するために必要な推力は、非走査方向(X方向)に必要な推力に比較し大きなものであり、電磁力式アクチュエータ39A、39Bとしては比較的大きな推力を持つ大型のものを使用する。

【0035】更に本例では、電磁力式アクチュエータ39A、39B、42A、42Bから発生する熱を除去す

るための冷却手段を設けている。この冷却手段につき、図 1 及び図 3 を参照して説明する。図 1 において、電磁力式アクチュエータ 39 A、39 B、42 A、42 B のそれぞれの固定子 38 A、38 B、41 A、41 B は、下記の循環冷却経路内に配置され、液冷式温度調節装置 53 により所定の温度に調節されて内部の循環ポンプにより送り出される冷却液により冷却される。循環冷却経路は、液冷式温度調節装置 53 から、直列的に順次冷却液循環チューブ 54、固定子 41 B、冷却液循環チューブ 56 a、固定子 38 B、冷却液循環チューブ 56 b、固定子 41 A、冷却液循環チューブ 56 c、固定子 38 A、及び冷却液循環チューブ 55 を経由して再び液冷式温度調節装置 53 に戻る経路により構成される。また、冷却液は、レーザ干渉計の光路 49 A に近い冷却液循環チューブ 54 から流出し、次にレーザ干渉計の光路 49 B に近い冷却液循環チューブ 56 a を通り、その直後にレーザ干渉計の光路 52 に近い固定子 38 B 中を通っている。従って、レーザ干渉計の光路 49 A、49 B、52 での温度が高精度に所定のレベルに維持されている。

【0036】図 3 は、図 2 の電磁力式アクチュエータ 42 B を図 2 の紙面に平行に切断した断面図であり、図 3 に示すように、固定子 41 B は、ベース 60 と、このベース 60 上に固定された中空のカバー 61 と、このカバー 61 内に収められたコイル 62 とから構成されている。この場合、コイル 62 を冷却するために、コイル 62 とカバー 61 の内面との間に冷却液 63 が流れている。コイル 62 の絶縁性が良好な場合には、冷却液 63 としては例えば水が使用できる。但し、冷却液 63 としては、コイル 62 及びカバー 61 に対する腐食性がなく、導電性がなく、且つ化学的に不活性な液体が望ましい。そこで、本実施例では、冷却液 63 として例えばフッ素系不活性液体等を使用する。

【0037】一方、可動子 40 B は、固定子 41 B 上の固定板 65 に固定子 41 B を挟むように 1 対のマグネット 64 及び 65 を固定して構成されている。即ち、本実施例の電磁力式アクチュエータ 42 B は、可動子 41 B にマグネットが組み込まれたムービングマグネット方式である。この場合、主な発熱源であるコイル 62 は固定子 41 B 側に組み込まれているため、そのコイル 62 の冷却が容易となっている。他の電磁力式アクチュエータ 39 A、39 B、42 A についても同様の構成である。

【0038】以上のように、従来は、走査方向及び非走査方向にかかわらず同じ推力を有する電磁力式アクチュエータが使用されていたため、非走査方向の推力を与える電磁力式アクチュエータとしては、過剰な推力を有するものが使用されており、結果としてステージ全体の重量が増え、また無駄なコストを費やしていたことになる。これに対して本例では走査方向及び非走査方向のそれぞれに適正な推力を持つ電磁力式アクチュエータを使用し、結果としてステージ全体の重量を減らし、発熱量

を減らし、且つ無駄なコストを削減している。

【0039】また、本例によれば、吸熱用の液体の循環により電磁力式アクチュエータの主に固定子内のコイルで発生する熱が、走査ステージ 9、微動ステージ 8 等に放射熱、又は伝導熱として漏れることなく、効率的に冷却が行われる。更に、干渉計のそれぞれのレーザービームに対する温度や、空気の揺らぎによる影響をより少なくすることができる。

【0040】なお、本実施例では電磁力式アクチュエータとしてリニアモータを用いたが、その代わりに例えばボイス・コイル・モータ等を使用しても同様な効果が得られる。また、本実施例では各電磁力式アクチュエータを直列的につないで冷却する方法を用いたが、各電磁力式アクチュエータを並列的に冷却することもできる。この並列的に冷却する方法はそれぞれの電磁力式アクチュエータを同じ条件で冷却できる点で有利であるが、配管的に複雑になる面と温度調節装置が一台の場合、冷却液が圧力の低い方に一方的に流れる等制御面で難しい面がある。

【0041】なお、本実施例は、ステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置に使用されるレチクルステージに本発明のステージ装置を適用したものであるが、レチクルステージに限らず、ウエハステージにも適用できるものである。このように本発明は上述実施例に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得る。

【0042】

【発明の効果】本発明のステージ装置によれば、走査型露光装置における非走査方向の駆動に推力の小さな電磁力式アクチュエータを使用するので、微動ステージの重量を軽くすることができる。そのため微動ステージの固有振動数が高くなり制御性能が向上するという効果がある。また、電磁力式アクチュエータの推力を小さくすることにより、コイルによる発熱が少なくなるため、主に微動ステージの熱変形や干渉計等の計測機器の計測精度に対する悪影響をより少なくすることができる。

【0043】また、第 1 及び第 2 の電磁力型アクチュエータとして、ムービングマグネット方式の電磁力型アクチュエータを用い、その第 1 及び第 2 の電磁力型アクチュエータのそれぞれの固定子を所定の冷却液を循環させて冷却する冷却手段を設ける場合には、ムービングマグネット方式の電磁力式アクチュエータを使用することにより、ムービングコイル方式の電磁力式アクチュエータを使用する場合に比較して、微動ステージから熱源（コイル）までの距離が長くなり、微動ステージの熱変形が小さくなる利点がある。更に、固定子を液冷却するのは構造上容易である。

【0044】また、微動ステージ上に固定された移動鏡と、この移動鏡に対して計測用の光ビームを照射して走査ステージに対する微動ステージの変位を検出する干渉

10

20

30

40

50

計と、を有し、冷却手段が、干渉計からの光ビームが通過する光路に近い部分からその冷却液を循環させる場合には、光路上の環境気体の温度が安定的に調節され、干渉計の測定誤差が減少する効果がある。

【0045】また、第1及び第2の電磁力型アクチュエータの一方が、並列に配置された1対の電磁力型アクチュエータよりなる場合には、その1対の磁力型アクチュエータに逆方向の推力を与えることにより回転方向の駆動を行うことができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるステージ装置の一実施例を示す平面図である。

【図2】図1のステージ装置の正面図である。

【図3】図2の電磁力式アクチュエータ42Bを図2の紙面に平行に切断した断面図である。

【図4】従来の走査型投影露光装置の一例を示す概略構成図である。

【図5】図4の走査型投影露光装置における同期走査を説明するための斜視図である。

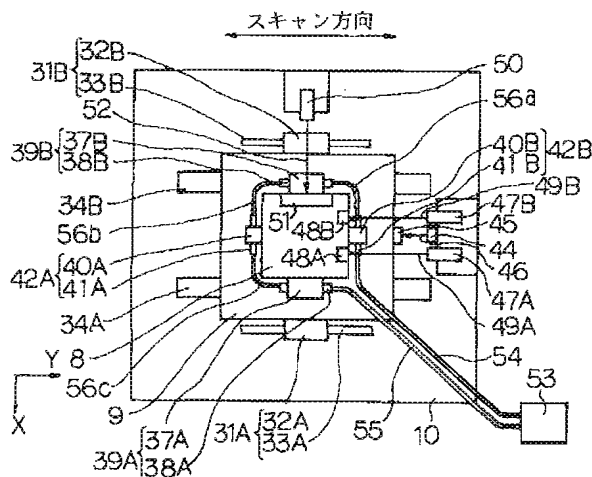
【図6】図4のレチクルステージの平面図である。

【図7】図5のレチクルステージの正面図である。

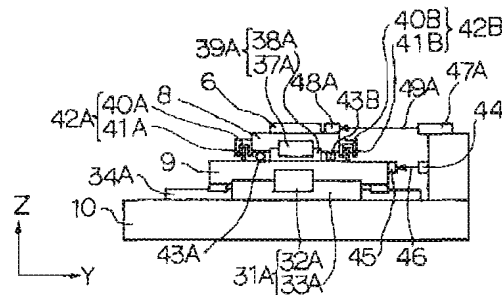
#### 【符号の説明】

- 8 微動ステージ
- 9 走査ステージ
- 10 レチクルベース
- 37A, 37B 可動子
- 38A, 38B 固定子
- 39A, 39B 電磁力式アクチュエータ（走査方向駆動用）
- 40A, 40B 可動子
- 41A, 41B 固定子
- 42A, 42B 電磁力式アクチュエータ（非走査方向駆動用）
- 47A, 47B, 50 干渉計
- 49A, 49B, 52 レーザービームの光路
- 53 液冷式温度調節装置
- 54, 55, 56a, 56b, 56c 冷却液循環チューブ

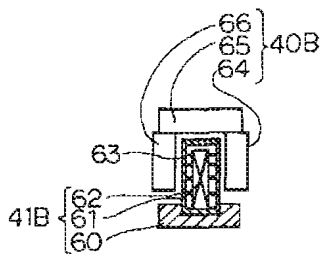
【図1】



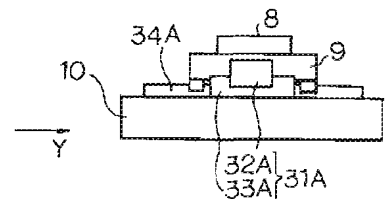
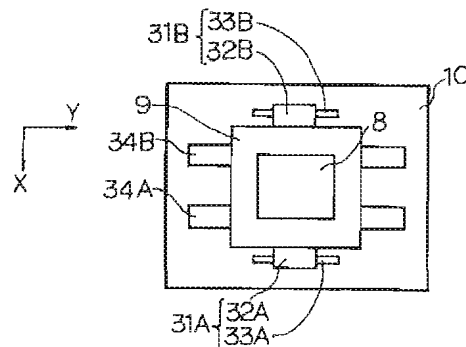
【図2】



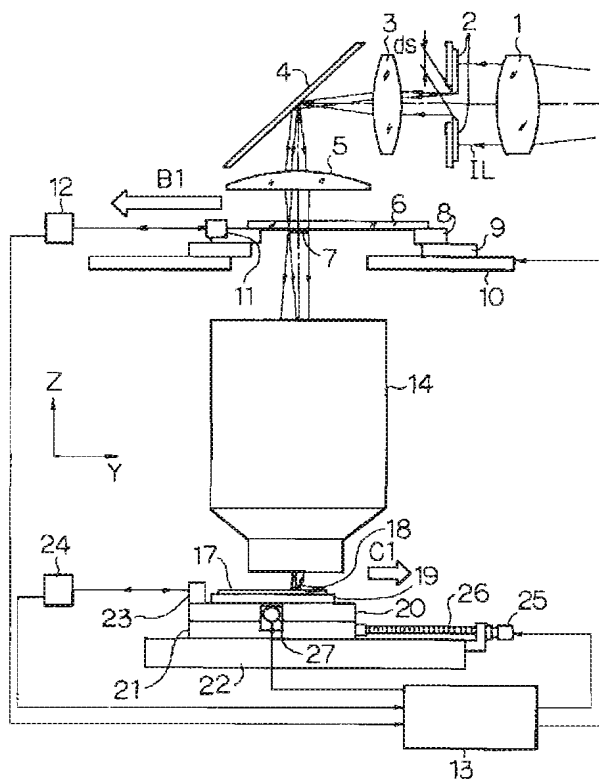
【図3】



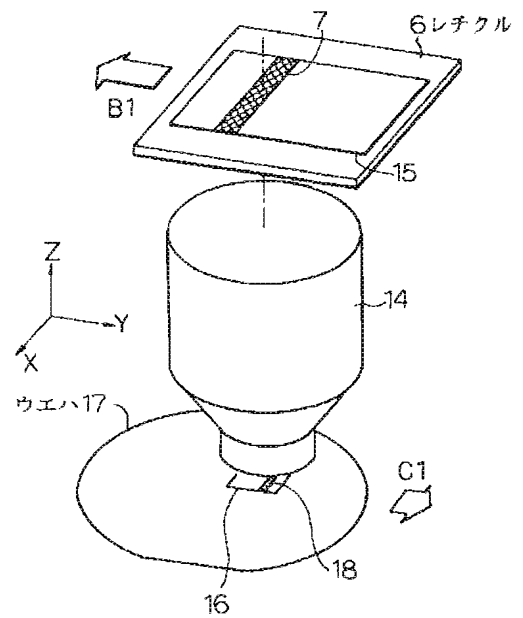
【図6】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
G 1 2 B 5/00

識別記号 庁内整理番号  
T 6947-2 F

F I

技術表示箇所